

Lampiran 1

Hasil Analisis Kualitatif Berdasarkan Tingkat Energi- γ

No	Energi (keV)	Unsur teridentifikasi	Waktu Paro	Lokasi
1	68,80 \pm 0,50	Hg-197	2,67 hari	A, B, C, D, E, G
2	77,35 \pm 0,50	Hg-197	2,67 hari	B, D
3	103,18 \pm 0,50	Sm-153	1,95 hari	A, B, C, G
4	122,07 \pm 0,50	Co-57	272 hari	B, F
5	192,34 \pm 0,50	Fe-59	44,5 hari	C
6	221,30 \pm 0,50	Br-82	1,47 hari	D, E, G
7	279,18 \pm 0,50	Pb-203	2,17 hari	A, B, E, F
8	320,07 \pm 0,50	Cr-51	27,7 hari	A, B, C, E, F, G
9	328,75 \pm 0,50	La-140	1,68 hari	A, B, C, G
10	351,92 \pm 0,50	Pb-214 *	26,8 menit	A, B, C, D, E, F, G
11	487,03 \pm 0,50	La-140	1,68 hari	A, B, C, G
12	554,34 \pm 0,50	Br-82	1,47 hari	A, B, C, D, E, F, G
13	609,31 \pm 0,50	Bi-214 *	19,9 menit	A, B, C, D, E, F, G
14	619,10 \pm 0,50	Br-82	1,47 hari	A, B, C, D, E, F, G
15	620,17 \pm 0,50	Zn-71m	3,94 jam	D, E, F, G
16	698,36 \pm 0,50	Br-82	1,47 hari	A, B, C, D, E, F, G
17	776,50 \pm 0,50	Br-82	1,47 hari	A, B, C, D, E, F, G
18	815,80 \pm 0,50	La-140	1,68 hari	A, C
19	827,79 \pm 0,50	Br-82	1,47 hari	A, B, C, D, E, F, G
20	843,42 \pm 0,50	Mg-27	9,46 menit	D, E, F, G
21	846,64 \pm 0,50	Mn-56	2,58 jam	A, B, C, D, E, F, G
22	1044,00 \pm 0,50	Br-82	1,47 hari	A, B, C, D, E, F, G
23	1099,22 \pm 0,50	Fe-59	44,5 hari	A, B, C, D, E, F, G
24	1120,52 \pm 0,50	Sc-46 *	83,8 hari	A, B, C, D, E, F, G
25	1291,56 \pm 0,50	Fe-59	44,5 hari	A, B, C, D, E, F, G
26	1293,53 \pm 0,50	Ar-41	1,83 jam	A, B, C, D, E, F, G
27	1317,43 \pm 0,50	Br-82	1,47 hari	A, B, C, D, E, F, G
28	1332,51 \pm 0,50	Co-60 *	5,27 tahun	A, B, C, D, E, F, G
29	1368,55 \pm 0,50	Na-24	14,7 jam	A, B, C, D, E, F, G
30	1460,75 \pm 0,50	K-40 *	1,28.10 ⁹ tahun	A, B, C, D, E, F, G
31	1474,88 \pm 0,50	Br-82	1,47 hari	A, B, C, D, E, F, G
32	1596,20 \pm 0,50	La-140	1,68 hari	A, B, C, G
33	1642,41 \pm 0,50	Cl-38	37,24 menit	C, D, E, F, G
34	1778,77 \pm 0,50	Al-28	2,24 menit	A, B, C, D, E, F, G

Keterangan :

* Unsur latar

Tabel Isotop Energi - γ dan Pengaktifan Neutron
(Erdtmann, dkk, 1979 dan Erdtmann, 1976)

0.51100	2.17680	0.27750 A	-----	1.17323	99.86000 A
27 CO 53M	2.57820	0.05250 A	27 CO 57	1.33251	99.98000 A
HALF LIFE: 0.247S	2.87190	0.12000 A	HALF LIFE: 270.D	2.15870	0.00080 A
GEN: FE 53	2.93900	0.05250 A	GEN: CHA MN 55	2.50575	9.0E-06 A
DAU: FE 53	3.10860	0.00625 A	PHO NI 58	-----	-----
PAR: MN 53	27 CO 56	-----	PHO CO 59	27 CO 60M	-----
REF: NO GAMMA LINES	HALF LIFE: 77.3D	-----	DAU:	HALF LIFE: 10.47M	-----
27 CO 54	GEN: CHA NI 58	-----	PAR:	GEN: NTH CO 59	-----
HALF LIFE: 0.194S	CHA MN 55	-----	REF: 70 MA 3	NFA NI 60	-----
GEN: CHA FE 54	CHA FE 56	-----	0.01441	NFA CU 63	-----
DAU:	DAU:	-----	0.12207	DAU: CO 60	-----
PAR:	REF: 70 MA 3, 69 AR 1,	-----	0.13643	PAR:	-----
REF: 68 LE 1	70 RA 2, 71 CA 3	-----	0.23060	REF: 75 KI 2, 73 HA 2	-----
0.51100 200.00000 A	0.26340	0.02200 A	0.33970	0.05860	2.04000 A
27 CO 54M	0.41137	0.02500 A	0.35240	0.82618	0.00780 A
HALF LIFE: 1.48M	0.48653	0.03500 A	0.36670	1.33251	0.25000 A
GEN: CHA FE 54	0.51100	48.00000 A	0.57030	2.15870	0.00080 A
DAU:	0.73370	0.20000 A	0.69210	-----	-----
PAR:	0.78786	0.31000 A	0.70680	27 CO 61	-----
REF: 70 VE 1	0.84675	99.99000 A	-----	HALF LIFE: 1.65H	-----
0.38500 PAIR PEAK	0.89570	0.07000 A	27 CO 58	GEN: NFA NI 61	-----
0.41100 100.00000 A	0.97746	1.44000 A	HALF LIFE: 70.78D	CHA NI 64	-----
0.51100 200.00000 A	0.99730	0.11200 A	GEN: NFA NI 58	CHA CO 59	-----
0.89600 PAIR PEAK	1.03783	14.00000 A	NFA CO 59	DAU:	-----
1.13000 100.00000 A	1.08900	0.05000 A	CHA MN 55	PAR:	-----
1.40700 100.00000 A	1.14025	0.15000 A	DAU:	REF: 75 AU 2	-----
27 CO 55	1.16005	0.11000 A	PAR:	0.06742	86.00000 A
HALF LIFE: 17.54H	1.17513	2.28000 A	REF: 73 BA 1, 70 MA 3	0.84170	0.59000 A
GEN: CHA FE 56	1.19875	0.05000 A	0.51100	0.90920	1.00000 A
CHA FE 54	1.23828	67.60000 A	0.81075	-----	-----
DAU:	1.27215	0.02000 A	0.86394	27 CO 62	-----
PAR:	1.33553	0.12500 A	1.67473	HALF LIFE: 1.5M	-----
REF: 76 KO 3	1.36022	4.33000 A	-----	GEN: NFA NI 62	-----
0.09180 2.70000 A	1.44271	0.20000 A	27 CO 58M	NFA CU 65	-----
0.38500 0.60000 A	1.46230	0.07700 A	HALF LIFE: 8.94H	DAU:	-----
0.41100 0.97500 A	1.57658 PAIR PEAK	-----	GEN: NFA NI 58	PAR:	-----
0.47720 20.32000 A	1.64050	0.06000 A	NFA CO 59	REF: 69 KI 1, 70 JO 3,	-----
0.52030 0.97500 A	1.77149	15.70000 A	CHA MN 55	70 JO 6, 74 VE 1	-----
0.80380 2.10000 A	1.81040	0.64000 A	DAU: CO 58	1.12800	11.10000 A
0.82750 0.30750 A	1.96394	0.72000 A	PAR:	1.17230	83.80000 A
0.93150 75.00000 A	2.01536	3.08000 A	REF: 73 BA 1, 70 RA 3	1.27960	PAIR PEAK
0.98450 0.52500 A	2.03492	7.89000 A	0.00700	1.79080	PAIR PEAK
0.99110 0.32250 A	2.08758 PAIR PEAK	-----	0.02488	1.88630	0.40000 A
1.00000 7.12500 A	2.11380	0.38500 A	-----	1.98510	1.60000 A
1.00000 16.50000 A	2.21310	0.35000 A	27 CO 60	2.08300	0.30000 A
1.50000 0.06750 A	2.23164 PAIR PEAK	-----	HALF LIFE: 5.2721A	2.09700	0.90000 A
1.79200 0.97750 A	2.27630	0.11000 A	GEN: NTH CO 59	2.30180	14.70000 A
2.14360 0.12500 A	2.37365	0.08000 A	NFA NI 60	2.34590	1.30000 A
	2.52380	0.06000 A	NFA CU 63	3.15800	0.80000 A
	2.59858	16.90000 A	DAU:	3.27100	0.30000 A
	2.74264 PAIR PEAK	-----	PAR: FE 60	3.36900	0.30000 A
	3.01020	1.00000 A	REF: 75 KI 2, 73 HA 2	3.51900	0.08000 A
	3.20230	3.04000 A	0.34695	4.06300	0.30000 A
	3.25364	7.41000 A	0.46720		
	3.27319	1.75000 A	0.82618		
	3.36960	0.01100 A			
	3.45155	0.87500 A			
	3.54805	0.18000 A			
	3.60060	0.01600 A			
	3.61160	0.00700 A			

-----		80 HG 195		-----		80 HG 195M		-----		1.02751 0.13000 A		-----		80 HG 199M		-----																																																																																																																																																											
HALF LIFE: 9.5H		GEN: NFA HG196		CHA AU197		DAU:		PAR: HG 195M 1.67D		REF: 71 FR 1.72 MA 1		1.08605 0.05300 A		1.24104 0.72000 A		HALF LIFE: 42.6M		GEN: NTH HG198		NFA HG199		CHA PT196		DAU:		PAR:		REF: 69 AD 1.69 KL 1,		71 LE 3																																																																																																																																													
0.05670 0.00250 A		0.05890 7		0.06141 6.80000 A		0.06699 24.30000 A X		0.06881 44.20000 A X		0.07790 15.50000 A X		0.08010 4.40000 A X		0.18014 2.00000 A		0.20035 0.05000 A		0.20707 2.30000 A		0.24150 0.10000 A		0.26175 2.25000 A		0.31049 0.01000 A 7		0.40174 0.03000 A 7		0.43950 0.13000 A		0.46150 0.10000 A		0.58511 2.34000 A		0.59966 2.18000 A		0.62840 0.02500 A		0.65890 0.01000 A		0.67115 0.02500 A		0.70090 0.00140 A		0.70330 0.00100 A		0.77978 7.65000 A		0.81134 0.01900 A		0.82106 0.33000 A		0.84124 0.40000 A		0.84124 0.30000 A		0.86890 0.00400 A		0.91068 0.09000 A		0.93083 0.52000 A		0.98922 0.02500 A		1.00945 0.02700 A		1.02148 0.22000 A		1.04920 0.03000 A		1.08290 0.07500 A		1.09210 0.00700 A		1.11101 1.50000 A		1.17242 1.40000 A		1.18954 0.02100 A		1.25094 0.02000 A		1.26300 0.00400 A		1.29200 0.00600 A		1.32400 0.00200 A		1.34160 0.00130 A		1.35350 0.01000 A		1.36770 0.00200 A		1.37240 0.00250 A																																																																													
0.01620		0.03720		0.05330		0.05670 0.05000 A		0.06141 0.08000 A		0.06699 14.00000 A X		0.06881 25.00000 A X		0.06889 1.20000 A X		0.07082 2.20000 A X		0.07790 8.70000 A X		0.08010 2.30000 A X		0.08020 0.76000 A X		0.08250 0.22000 A X		0.12300 0.03000 A		0.17235 0.06000 A		0.20035 1.00000 A		0.20707 0.50000 A		0.26175 14.30000 A		0.27915 0.15000 A		0.28760 0.01100 A		0.31849 0.02500 A		0.32460 0.00950 A		0.36840 0.37000 A		0.38632 0.31000 A		0.38793 2.37000 A		0.40174 0.02000 A		0.41904 0.07000 A		0.44160 0.03900 A		0.45202 0.22000 A		0.46731 0.33000 A		0.51858 0.03500 A		0.52580 0.05600 A		0.54250 0.01400 A		0.54944 0.06400 A		0.56024 7.90000 A		0.57547 0.23000 A		0.62840 0.01500 A		0.65890 0.08000 A		0.66550 0.07000 A		0.68076 0.25000 A		0.69326 0.04500 A		0.69812 0.07100 A		0.70090 0.00090 A		0.70330 0.00070 A		0.72729 0.05000 A		0.74950 0.02600 A		0.75474 0.06900 A		0.76480		0.77370		0.84719 0.02200 A		0.85307 0.28000 A		0.89800 0.00300 A		0.89940 0.00500 A		0.96185 0.26000 A																																																																	
-----		80 HG 197		-----		HALF LIFE: 2.671D		GEN: NTH HG196		NFA HG198		DAU:		PAR:		REF: 76 LE 2		0.00970 51.80000 A X		0.06699 20.90000 A X		0.06880 35.70000 A X		0.07735 18.20000 A		0.07800 12.50000 A X		0.08020 3.40000 A X		0.19138 0.57000 A		0.26873 0.05000 A		-----		80 HG 197M		-----		HALF LIFE: 23.8H		GEN: NTH HG196		NFA HG198		CHA AU197		DAU: HG197		AU197M		PAR:		REF: 76 LE 2, INCL.		LINES OF AU197M		0.00970 9.70000 A X		0.06699 1.90000 A X		0.06880 3.30000 A X		0.06890 9.50000 A X		0.07081 16.00000 A X		0.07735 0.01900 A		0.07798 1.20000 AC X		0.08050 5.80000 AC X		0.08250 1.60000 AC X		0.13038 0.23000 A		0.13395 34.00000 A		0.16495 0.32000 A		0.20165 0.07000 A		0.27901 5.10000 A		0.40940 0.00800 A		-----		80 HG 203		-----		HALF LIFE: 46.59D		GEN: NTH HG202		NFA TL203		NFA PB206		DAU:		PAR:		REF: 69 GU 1.70 MA 3		0.01027 5.63000 A X		0.07083 3.52000 A X		0.07287 6.40000 A X		0.08250 2.24000 A X		0.08490 0.64000 A X		0.27917 81.50000 A		-----		80 HG 205		-----		HALF LIFE: 5.2M		GEN: NTH HG204		NFA TL205		NFA PB206		DAU:		PAR:		REF: 71 HI 1		0.07083 0.45000 A X		0.07284 0.81000 A X		0.08250 0.28000 A X		0.08430 0.08000 A X		0.20370 1.90000 A		0.41560 0.01000 A		0.61860 0.00170 A		0.72080 0.00100 A		0.93720 0.00180 A		1.01470 0.00060 A		1.13680 0.00400 A		1.14110 0.00086 A		1.21870 0.00530 A		1.23080 0.00044 A		1.34030 0.00029 A		1.43390 0.00038 A	

<p>24 CR 45</p> <p>HALF LIFE: 0.05S GEN: DAU: TI 45 PAR: REF: 74 SE 1</p> <p>0.51100</p>	<p>24 CR 51</p> <p>HALF LIFE: 27.7D GEN: NTH CR 50 NFA FE 54 NFA CR 52 DAU: PAR: REF: 73 DE 1</p> <p>0.32007 9.83000 A</p>	<p>0.66150 25.00000 A 0.71200 0.50000 A 0.78330 100.00000 A 0.93230 PAIR PEAK 1.09800 103.00000 A 1.28240 33.00000 A 1.44330 69.00000 A 1.79350 0.50000 A 1.94450 3.80000 A 1.99340 0.90000 A 2.01690 0.60000 A 2.40440 0.16000 A 2.54080 0.60000 A 2.81150 0.20000 A 3.11520 1.00000 A</p>	<p>0.51100 193.00000 A 0.92330 PAIR PEAK 1.43430 100.00000 A 1.52960 0.08000 A 1.72710 0.20000 A 3.16000 0.03000 A</p>
<p>24 CR 46</p> <p>HALF LIFE: 0.26S GEN: DAU: V 46 PAR: REF: 74 SE 1</p> <p>0.51100</p>	<p>24 CR 55</p> <p>HALF LIFE: 3.55M GEN: NTH CR 54 NFA MN 55 NFA FE 58 DAU: PAR: REF: 76 KO 3</p> <p>0.12610 0.00174 A 1.40200 0.00133 A 1.52800 0.03700 A 2.24090 0.00041 A 2.25250 0.00315 A 2.26810 0.00111 A 2.36850 0.00019 A</p>	<p>25 MN 51</p> <p>HALF LIFE: 46.5M GEN: CHA CR 50 DAU: PAR: REF: 70 RA 5</p> <p>0.51100 194.00000 A 0.75500 0.70000 A 1.16700 0.50000 A</p>	<p>25 MN 53</p> <p>HALF LIFE: 3.7E+06A GEN: DAU: PAR: REF: 74 SE 1</p> <p>0.00541 18.00000 A X 0.00600 2.00000 A X</p>
<p>24 CR 47</p> <p>HALF LIFE: 0.46S GEN: CHA TI 46 CHA CR 50 DAU: V 47 PAR: REF: 77 HA 2</p> <p>0.51100 200.00000 A</p>	<p>24 CR 56</p> <p>HALF LIFE: 5.9M GEN: CHA CR 54 DAU: MN 56 PAR: REF: 68 LE 1</p> <p>0.02600 0.08300</p>	<p>25 MN 52</p> <p>HALF LIFE: 5.7D GEN: CHA CR 52 DAU: PAR: REF: 70 RA 7</p> <p>0.34574 0.92000 A 0.39850 0.33000 A 0.41230 PAIR PEAK 0.50280 0.95000 A 0.51100 56.00000 A 0.60060 0.49000 A 0.64700 0.51000 A 0.74420 85.00000 A 0.84840 3.20000 A 0.92330 PAIR PEAK 0.93560 93.00000 A 1.24700 4.70000 A 1.33370 5.10000 A 1.43430 100.00000 A 1.64500 0.04000 A 1.97900 0.03000 A</p>	<p>25 MN 54</p> <p>HALF LIFE: 312.2D GEN: NFA MN 55 NFA FE 54 CHA V 51 DAU: PAR: REF: 70 MA 3</p> <p>0.83481 99.97800 A</p>
<p>24 CR 48</p> <p>HALF LIFE: 23.0H GEN: CHA TI 46 DAU: V 48 PAR: REF: 68 LE 1</p> <p>0.11600 98.00000 A 0.30600 99.00000 A</p>	<p>25 MN 50</p> <p>HALF LIFE: 0.2832S GEN: CHA CR 50 DAU: PAR: REF: 76 AU 4</p> <p>0.51100 200.00000 A</p>	<p>25 MN 52M</p> <p>HALF LIFE: 21.3M GEN: CHA CR 50 DAU: PAR: FE 52 8.2H REF: 70 RA 7</p> <p>0.37780 2.00000 A 0.41230 PAIR PEAK</p>	<p>25 MN 56</p> <p>HALF LIFE: 2.576H GEN: NTH MN 55 NFA FE 56 NFA CO 59 DAU: PAR: REF: 69 GU 1,70 RA 2, 77 KO 1</p> <p>0.78920 PAIR PEAK 0.84660 99.00000 A 1.09060 PAIR PEAK 1.30020 PAIR PEAK 1.60160 PAIR PEAK 1.81120 27.20000 A 2.11260 14.30000 A 2.52300 0.99000 A 2.65750 0.65300 A 2.96000 0.30600 A 3.11930 0.08000 A 3.37060 0.16800 A</p>
<p>24 CR 49</p> <p>HALF LIFE: 41.9M GEN: NFA CR 50 CHA TI 46 PHO CR 50 DAU: PAR: REF: 71 CH 3</p> <p>0.06230 20.00000 A 0.09060 59.00000 A 0.260 29.50000 A 0.192.00000 A</p>	<p>25 MN 50M</p> <p>HALF LIFE: 1.75M GEN: CHA CR 50 DAU: PAR: REF: 76 AU 4</p> <p>0.42130 PAIR PEAK 0.51100 198.40000 A</p>		<p>25 MN 57</p> <p>HALF LIFE: 1.7M GEN: NFA FE 57 CHA CR 54 DAU: PAR: REF: 69 WA 1</p>

Reaction	Half life of product	Cross sections		Activation products (decays/sec per 1 µg element)						Main γ-lines	
		σ	I	Irradiation time							
				1 sec	1 min	1 hour	1 day	20 days	saturation		
A = 137.34 σ _{ab} = 1.2 ± 0.1 b I _{ab} = 7.5 ± 1.0 b ^(*)											
φ _{th} = 10 ¹³ , φ _{epi} = 2·10 ¹² n cm ⁻² sec ⁻¹											
¹³¹ m ^{bl} ¹³¹ g	14.6 m 11.7 d	2.5 ± 0.3 b 8 b		8.85E-2 4.03E-4	5.19 2.43E-4	105 1.63	sat 41.4	sat 500	112 720	32.2(34), 108.2(40) 30.9(15), 123.7(32), 216(21), 373.2(13), 496.3(41.3)	
¹³¹ g (cum) ¹³¹ i	— 9.7 d	11 ± 3 b dau	263 ± 8 b ^{(7)(c)}	0	7E-7	2.6E-3	1.46	268	720	no γ	
¹³³ m ^{dl} ¹³³ g	38.9 h 10.4 s	680 mb 7.8 ± 1 b ^(f)	3.8 ± 0.2 b ^(*) 96 b ^(d)	1.68E-4 8.61E-7	8.35E-3 5.18E-5	0.558 3.11E-3	11 7.66E-2	sat 1.59	31.5 440	32.2(55.5), 275.9(17) 30.9(44), 81(32.8), 302.7(18.6), 355.9(62.3)	
¹³³ g (cum)		8.5 ± 1 b ^(j)	100 b ⁽²⁾								
¹³⁵ m ^{dl} ¹³⁵ g (cum)	28.7 h stable	158 ± 24 mb 2.0 ± 1.6 b	24.2 ± 1.2 b ⁽⁷⁾ 23 ± 5 b	4.57E-3	0.274	16.3	300	sat	681	32.2(57), 268.2(15.6)	
¹³⁶ m ^{dl} ¹³⁶ g ¹³⁶ g (cum)	0.308 s stable —	13.3 ± 0.7 mb — 5.8 ± 0.9 b	0.5 b 100 b 100 ± 50 b	1310 sat sat	sat sat sat	sat sat sat	sat sat sat	sat sat sat	1460	32.2(11.7), 163.9(31.3), 818(100), 1050(100)	
¹³⁷ m ^{dl} ¹³⁷ g ¹³⁷ g (cum)	2.55 m stable —	10 ± 1 mb — 0.4 ± 0.4 b	760 ± 40 mb ^{(7)(h)} 20 b ⁽²⁾ 1.3 ± 0.3 b	0.387 — —	20.4 — —	sat sat sat	sat sat sat	sat sat sat	85.6	661.6(84.6)	
¹³⁸ ¹³⁹	stable 83.3 m	6.1 ± 0.1 b 350 ± 150 mb ^(l)	4 ± 1 b 330 ± 20 mb ^{(7)(k)}	1.65 1.65	82.9 4400	sat sat	sat sat	sat sat	11200	33.4(13), 166.8(22.6)	
¹⁴⁰ ¹⁴¹	12.79 d 18.3 m	6 ± 1 b 1.6 ± 0.3 b	13.6 ± 1.4 b								
φ _p = 10 ¹² n cm ⁻² sec ⁻¹											
¹³⁰ Ce ¹²⁷ Xe (n)Ba-129m+g ^(j)	30 m 36.41 d 2.5 h + 2.1 b	1 (+1, 0.6) mb 33 (+26, 16) µb 350 (+250, 140) µb		1.58E-6 0	1E-4 1.91E-8	3.29E-3 1.15E-9	sat 2.73E-6	sat 4.68E-5	4.39E-3 1.46E-4	29.8(34.3), 511(95), 536.1(4.1) 172.1(20), 202.8(58.2), 375(17.5)	
¹³² Ce ¹²⁹ Xe (n)Ba-131m+g (cum) ^{bl} Ce-131	6.47 d 8 d + stable 14.0 m + 11.7 d 9.7 d	280 (+280, 140) µb ^(m) 12 (+10, 5) µb 540 (+380, 220) µb dau		1.46E-8 — — —	8.68E-8 — — —	5.2E-6 — — 8.26E-9	1.18E-4 — — 4.66E-8	1.03E-3 — — 8.39E-4	1.17E-3 — — 2.26E-3	28.7(60), 667.7(100) 30.8(16), 123.7(32), 216(21), 373.2(13), 498.3(41.3) no γ	
¹³⁴ m+g (cum) ^{dl} ¹³¹ Xe (n)Ba-133m+g (cum) ^{dl}	2.9 h + 2.06 s 12 d + stable 38.0 h + 11.7 d	84 (+126, 50) µb 4 (+3, 2) µb 760 (+530, 300) µb		— — —	— — —	— — —	8.15E-6 — —	1.62E-4 — 2.82E-4	8.84E-3 — 8E-2	609.3(15.8), 604.7(98), 795.8(89) 30.9(44), 81(32.8), 302.7(18.6), 355.9(62.3)	

Reaction	Half life of product	Cross sections		Activation products [decays/sec per 1 µg element]						Main γ-lines	
		σ	I	Irradiation time							
				1 sec	1 min	1 hour	1 day	20 days	saturation		
Z = 55 A = 132.9054 σ _{th} = 29.0 ± 1.5 b I _{th} = 416 ± 15 b ⁽¹⁾											
neutrons				φ _{th} = 10 ¹³ , φ _{epi} = 2 · 10 ¹¹ n cm ⁻² sec ⁻¹							
Cs-134m ^{b1}	2.0 h	2.6 ± 0.2 b	29.2 ± 0.2 b ⁽¹⁾	0.28	550	29 700	1.39E5	sat	1.4E5	30.9(18), 127.4(14)	
Cs-134g	2.09 a	27 ± 1.5 b	359 ± 90 b ^(1c)	1.06E-2	0.992	60.1	1630	30800	1.09E0	503.3(8.4), 569.3(16.4), 604.7(107.6), 785.0(16.4), 801.8(16.73)	
Cs-134g (cum)		20.0 ± 1.5 b	416 ± 15 b ⁽¹⁾								
fission											
a) Cs-135	2.3 · 10 ⁶ a	140 ± 12 b									
Cs-136	13.00 d	8.7 ± 0.5 b	62. b								
d) Cs-137 ^{a1}	30.1 a	1.3 b	78 b ⁽¹⁾								
a) Cs-138	32.2 m	110 ± 33 mb	414 mb ⁽¹⁾								
neutrons				φ _f = 10 ¹³ n cm ⁻² sec ⁻¹							
(n,p)Xe-133m+g ^{a1}	2.23 d + 5.29 d	81 (+120, -60) µb									
(n,α)I-130m+g ^{b1}	8.9 m + 12.4 h	3.3 ± 0.8 µb ⁽¹⁾		2.32E-7	1.39E-6	8.13E-4	1.1E-2	sat	1.5E-2	418(34.2), 536.1(99.6), 608.5(98.7), 739.6(82.7), 1167.5(111)	
(n,2n)Cs-132	6.47 d	1.2 (+0.8, -0.5) mb		8.74E-8	4.05E-4	2.42E-2	0.562	4.8	5.44	29.7(60), 667.7(100)	
fission											
(n,p)Xe-135m+g ^{k1}	16.3 m + 9.17 h	26(+38, -16) µb									
(n,α)I-132	2.285 h	0.7 (+0.6, -0.3) µb									
(n,2n)Cs-134m+g ^{b1}	2.9 h + 2.06 a	1.6 (+1, -0.8) mb									
a) (n,p)Xe-137	3.84 m	0.2 (+0.3, -0.1) µb									
(n,α)I-134m+g ⁽¹⁾	3.8 m + 52.6 m	0.3 (+0.25, -0.16) µb									
(n,2n)Cs-136	13.00 d	2.5 (+1.8, -1) mb									
neutrons				φ _{14.5 MeV} = 10 ⁹ n cm ⁻² sec ⁻¹							
(n,p)Xe-133m ^{b1}	2.23 d	4.8 ± 0.75 mb (14.9)		7.83E-8	4.89E-8	2.8E-4	5.81E-3	2.17E-2	2.18E-2	29.7(46.6), 233.2(8.85)	
(n,p)Xe-133m+g	5.29 d	5.7 ± 2.35 mb (14.9) ^{m1}		3.92E-8	2.35E-8	1.41E-4	3.56E-3	4.3E-2	4.76E-2	30.9(37.5), 81(36.5)	
(n,α)I-130	12.4 h	1.9 ± 0.3 mb		1.34E-7	8.02E-8	4.68E-4	6.36E-3	sat	8.61E-3	418(34.2), 536.1(99.6), 608.5(98.7), 739.6(82.7), 1167.5(111)	
(n,2n)Cs-132	6.47 d	1.52 ± 0.11 b		8.64E-4	5.12E-4	3.07E-2	0.7	8.08	6.80	29.7(60), 667.7(100)	

value 460 b⁽²⁾
 1. IT
 value 400 b⁽²⁾
 values 460 b⁽⁴⁾, 407 ± 90 b⁽²⁴⁾
 for Ba-137m (94.1 %; $t_{1/2}$ 2.55 m)
 value 15.66 h⁽⁴⁾

IT. Decay chain see appendix

added? Other value 2 (+1.6, -0.9) µb (18)
 chain see appendix

IT

cross section is indicated as "cumulative"
 (14), but it must be noted, that the
 ion $t_{1/2m} < t_{1/2g}$ is not valid here.

Reaction	Half life of product	Cross sections		Activation products (decays per 1 µg element)						Main γ-lines	
				Irradiation time							
				1 sec	1 min	1 hour	1 day	20 days	saturation		
Z = 80 A = 200.59 $\sigma_{ab} = 376 \pm 5$ b $I_{ab} = 73 \pm 10$ b											
neutrons				$\phi_n = 10^{13}$, $\phi_{np} = 2 \cdot 10^{11}$ n cm ⁻² sec ⁻¹							
Hg-107m ^{al}	23.8 h	120 ± 13 b	48.8 ± 2.4 h ^{7bl}	4.41E-2	2.64	166	2740	sat	5450	67.71(27.5), 78.82.5(8), 133.9(30.2)	
Hg-197g	64.1 d	3080 ± 200 b	1230 ± 120 b ^{7cl}	0.42	2.52	1500	32300	1.44E5	1.46E6	67.69(56), 77.3-80(36.4), 191.5(0.56)	
Au-197m	7.8 s	deu		1.38E-4	0.157	11.4	200	sat	398	67.69(19), 78.80(5.3), 278.9(72.6)	
Hg-199m	42.0 m	18 ± 4 mb	1.8 ± 0.3 b ^{7l}	4.44E-2	2.64	102	sat	sat	164	68.9.7(40.3), 80.2.82.5(14.3), 158.4(174.1)(13.8)	
Hg-199	stable	1.8 b	70 ± 30 b								
Hg-200	stable	2000 ± 1000 b	163 ± 30 b								
Hg-201	stable	< 60 b									
Hg-202	stable	< 60 b									
Hg-203	46.60 d	4.9 ± 0.1 b	4.0 ± 0.2 b ^{7ld}	7.05E-3	0.459	27.5	656	11400	44400	70.8-72.9(9.9), 82.5-85(7.9), 279.2(1.6)	
Hg-205	5.2 m	430 ± 100 mb	850 ± 60 mb	2.03	114	912	sat	sat	913	70.8-72.9(1.25), 203.8(1.9)	
neutrons				$\phi_n = 10^{13}$ n cm ⁻² sec ⁻¹							
(n,p)Au-196m2+m1+g ^{al}	9.7 h + 8.2+6.17d	24 (+36,-14) µb						9.67E-5	1.08E-4	66(68), 333(24), 356.7(93.8)	
(n,α)Pt-193 ^{al}	4.3d + ~50a	0.3 (+0.25,-0.15) µb									
(n,2n)Hg-195m+g ^{cl}	40h+9.6 h	2.1 (+1.5,-0.8) mb									
(n,p)Au-198	2.695 d ✓	9 (+14,-5) µb		8.12E-9	4.87E-7	2.91E-5	6.19E-4	2.71E-3	2.73E-3	411.8(95.5)	
(n,α)Pt-195	4.1 d +	< 0.1 µb									
(n,2n)Hg-197m+g ^{al}	23.8 h + 54.1 h	3.2 (+2.2,-1.3) mb									
(n,p)Au-199	3.14 d ✓	3 (+4.5,-2) µb		3.89E-9	2.33E-7	1.39E-5	3.02E-4	1.5E-3	1.52E-3	69.7(120.6), 158.4(76.8), 208.2(16.6)	
(n,α)Pt-196	stable	0.3 (+0.25,-0.15) µb									
(n,2n)Hg-198	stable	17 (+12,-7) mb									
(n,p)Au-200m+g ^l	~18.7 h + 48.4 m	3 (+4.5,-2) µb									
(n,α)Pt-197m+g ^{al}	81m+18.3h	< 0.1 µb									
(n,2n)Hg-199m+g	42.6 m +	4.3 (+3,-1.7) mb									
(n,p)Au-201	26 m ✓	0.5 (+0.75,-0.3) µb		8.8E-8	5.21E-6	1.58E-4	sat	sat	1.98E-4	530 (5)	
(n,α)Pt-198	stable	< 0.1 µb									
(n,2n)Hg-200	stable	25 (+18,-10) mb									
(n,p)Au-202	28 s	0.4 (+0.6,-0.25) µb		8.72E-6	2.76E-4	sat	sat	sat	3.67E-4	439.6(10)	
(n,α)Pt-199m+g ^h	14.1 s + 30.8 m	< 0.1 µb									
Au-199	3.13 d	deu									
(n,2n)Hg-201	stable	5.6 (+3.9,-2.2) mb									
(n,p)Au-204	40 s	0.1 (+0.15,-0.06) µb		3.51E-7	1.32E-5	sat	sat	sat	2.04E-5	4.38.6, 691.9, 723, 1392.1, 1511.3 (Intensity unknown)	
(n,α)Pt-201	2.5 m	< 0.1 µb									
Au-201	26 m	deu									
(n,2n)Hg-203	46.60 d	7.3 (+5.1,-2.9) mb		2.57E-7	1.64E-5	9.23E-4	2.2E-2	0.384	1.49	70.8-72.9(9.9), 82.5-85(2.9), 279.2(1.6)	

see next page

Reaction	Half life of product	Cross sections		Activation products [decays/sec per 1 µg element]						Main γ lines
		σ	I	Irradiation time						
				1 sec	1 min	1 hour	1 day	20 days	saturation	
A = 55.847 σ _{th} = 2.55 ± 0.03 b I _{th} = 1.4 ± 0.2 b										
φ _{th} = 10 ¹¹ , φ _{eff} = 2·10 ¹¹ n cm ⁻² sec ⁻¹										
55	2.7 a	2.25 ± 0.18 b	1.2 ± 0.2 b	1.16E-4	6.95E-3	0.417	10	199	14200	noγ
57	stable	2.63 ± 0.21 b	1.4 ± 0.2 b							
58	stable	2.48 ± 0.3 b	1.3 ± 0.2 b ⁽¹⁾							
59	44.6 d	1.15 ± 0.02 b ⁽¹⁾	1.7 ± 0.1 b ⁽¹⁾⁽²⁾	7.12E-5	4.27E-3	0.256	6.1	106	396	1099.3(56), 1291.6(44)
φ _γ = 10 ¹² n cm ⁻² sec ⁻¹										
p) Mn-54	312.5 d	82.5 ± 6 mb ⁽¹⁾		1.32E-8	7.95E-6	4.77E-3	0.114	2.24	51.8	834.8(100)
d) Cr-51	27.71 d	600 ± 200 µb ⁽¹⁾		1.09E-7	6.62E-6	3.91E-4	9.27E-3	0.148	0.375	320.1(9.8)
2n) Fe-53g	8.53 m	5 ± 2.5 µb ⁽¹⁾		4.23E-6	2.44E-4	3.10E-3	sat	sat	3.13E-3	377.2(43), 511(196)
p) Mn-56	2.582 h	1.07 ± 0.08 µb ⁽¹⁾		7.89E-4	4.72E-2	2.49	sat	sat	10.6	846.6(99), 1811.2(30), 2112.6(15.5)
d) Cr-53	stable	250 (+200, -110) µb ⁽¹⁾								
2n) Fe-55	2.7 a	68 (+48, -27) µb		3.28E-8	1.97E-6	1.18E-4	2.83E-2	5.44E-2	0.673	noγ
p) Mn-57	1.59 m	270 (+400, -160) µb		4.82E-4	2.25E-2	sat	sat	sat	6.38E-2	122(9.5), 136(1.1), 353(1), 592(2.7)
d) Cr-54	stable	5 (+4, -2.5) mb ⁽¹⁾								
2n) Fe-56	stable	2.5 (+35, -1) mb								
p) Mn-58m ^g (^h)	3.0 s + 65 s	23 (+35, -14) µb								
d) Cr-55	3.56 m	10 (+15, -9) µb		2.06E-6	1.12E-4	sat	sat	sat	6.35E-4	1528.2(0.043)
2n) Fe-57	stable	220 (+150, -90) µb								
φ _{14.6 MeV} = 10 ¹⁰ n cm ⁻² sec ⁻¹										
p) Mn-54	312.5 d	310 ± 25 mb		4.98E-9	2.99E-7	1.79E-5	4.3E-4	8.6E-3	0.194	834.8(100)
d) Cr-51	27.71 d	98 ± 15 mb		1.77E-8	1.06E-6	6.39E-5	1.51E-3	2.41E-2	6.13E-2	320.1(9.8)
2n) Fe-53m ⁽¹⁾	2.53 m	840 ± 150 µb (14.9)		2.39E-6	1.26E-4	sat	sat	sat	5.26E-4	701.7(100), 1011.1(79), 1329(79), 2341.2(2.1)
2n) Fe-53m ^g (^h)	8.53 m	15.5 ± 1 mb		1.31E-6	7.62E-4	1.01E-2	sat	sat	1.02E-2	377.2(43), 511(196)
p) Mn-56	2.582 h	103 ± 6 mb		7.6E-6	4.56E-3	0.24	sat	sat	1.02	846.6(99), 1811.2(30), 2112.6(15.5)
2n) Fe-56	2.7 a	440 ± 90 mb ⁽¹⁾		3.64E-8	2.13E-4	1.28E-4	3.08E-3	0.12E-2	4.36	noγ
p) Mn-57	1.59 m	75 ± 8 mb		1.28E-4	6.26E-3	sat	sat	sat	1.77E-2	122(9.5), 136(1.1), 353(1), 592(2.7)
2n) Fe-56	stable	900 ± 140 mb (14.7)								
p) Mn-58m ^g (^h)	3 s + 65 s	23 ± 3 mb								
d) Cr-55	3.56 m	21.5 ± 2 mb (14.9)		2.33E-6	1.27E-4	sat	sat	sat	7.19E-4	1528.2(0.043)
2n) Fe-57	stable	1.00 ± 0.10 mb (14.7)								
3 h ⁽¹⁾ (1) 0.01 b ⁽¹⁾ , 1.27 h ⁽¹⁾ , 1.14 h ⁽²⁾ (+26, -18) mb ⁽¹⁾ (+380, -270) µb ⁽¹⁾ (+5, -3) µb ⁽¹⁾ (+810, -400) µb ⁽¹⁾ (+120 µb ⁽¹⁾ Others uncertain. No 17 b ⁽²⁾ (+38 mb (14.7) ⁽²⁾										

3 h (1)
 (1) 0.07 b (1), 1.27 b (1), 1.14 b (24)
 (1) 26, 181 mb (10)
 (1) 380, 270 μb (10)
 (1) 5, 31 μb (10)
 (1) 810, 400 μb (18)
 (1) 120 μb (10)
 errors uncertain, No 1T
 b 21
 (1) 30 mb (14.7) (22)

Chromium $Z = 24$ $A = 51.906$ $n_{cr} = 3.1 \times 10^{23} \text{ cm}^{-3}$ $\lambda_{cr} = 1.7 \times 10^{-2} \text{ m}$

Slow reactor neutrons		$\phi_{th} = 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$		$\phi_{th} = 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$		$\phi_{th} = 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$		$\phi_{th} = 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$	
Cr-50/4.35	Cr-51	27.71 d	13.31 d	2.14E-2	1.41	84.3	1998	31840	80890
Cr-52/83.79	Cr-53	stable	700 ± 80 mb	600 ± 50 mb	11				
Cr-53/9.5	Cr-54	stable	18.2 ± 1.5 b	8.85 ± 1 b					
Cr-54/2.38	Cr-55	3.56 m	300 ± 40 mb	180 ± 40 mb	11	3.22	170	101	904

Fast reactor neutrons

Cr-50/4.35	(n,p)V-50	stable	57 (±20.14) mb						
	(n,d)Ti-47	stable	4.78 (±300-210) μb						
	(n,2n)Cr-49	42.0 m	6 ± 1 μb						
	V-49	331 d	1111						
Cr-52/83.79	(n,p)V-52	1.756 m	1.00 ± 0.08 mb						
	(n,d)Ti-49	stable	5.7 (±46-20) μb						
	(n,2n)Cr-51	27.71 d	28 (±20-11) μb						
Cr-53/9.5	(n,p)V-53	1.56 m	4.07 ± 0.40 μb						
	(n,d)Ti-50	stable	4.1 (±3.3-1.7) mb						
	(n,2n)Cr-52	stable	1.7 (±1.2-0.7) mb						
Cr-54/2.38	(n,p)V-54	43 s	5.8 ± 1.2 mb						
	(n,d)Ti-51	5.76 m	33 (±26-15) μb						
	(n,2n)Cr-53	stable	290 (±200-120) μb						

Fast reactor neutrons

Footnote: Vanadium
a) Other values $2.7 \times 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$
b) Other values $1 \times 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$

Lampiran 3

Berat Cuplikan Kerak Air Sungai Babon

	Titik - 1	Titik - 2	Titik - 3	Titik - 4	Titik - 5	Titik - 6	Titik - 7
Berat kerak total hasil pengumpulan dari 1 liter air pada suhu 80 °C (dalam gram)	0,37462	0,54410	1,35	5,68	6,81	7,29	6,98
Berat kerak air yang diiradiasi (dalam gram)	0,049	0,052	0,050	0,049	0,041	0,047	0,052
Faktor pemekatan	0,1308	0,0956	0,0369	0,0086	0,00601	0,0065	0,0074

Lampiran 4

Data Aktivitas Logam Berat dalam Cuplikan Uji dan Cuplikan Standar (Bq)

Lokasi	Uji	Err.	Standar	Err.	Uji	Err.	Standar	Err.	Uji	Err.	Standar	Err.
Pengamatan												
Titik - 1	$1,94 \cdot 10^4$	2,8%	$1,16 \cdot 10^7$	2,6%	$1,94 \cdot 10^4$	2,8%	$1,40 \cdot 10^4$	2,5%	$1,40 \cdot 10^4$	2,4%	$4,91 \cdot 10^5$	1,8%
Titik - 2	$6,67 \cdot 10^4$	2,0%	$1,16 \cdot 10^7$	2,6%	$2,02 \cdot 10^4$	1,5%	$1,40 \cdot 10^4$	2,5%	$9,13 \cdot 10^3$	2,1%	$4,91 \cdot 10^5$	1,8%
Titik - 3	$3,14 \cdot 10^4$	2,1%	$1,16 \cdot 10^7$	2,6%	$3,13 \cdot 10^4$	1,6%	$1,40 \cdot 10^4$	2,5%	$1,09 \cdot 10^4$	2,3%	$4,91 \cdot 10^5$	1,8%
Titik - 4	$9,67 \cdot 10^4$	2,2%	$1,12 \cdot 10^7$	2,4%	$1,37 \cdot 10^4$	2,8%	$1,51 \cdot 10^4$	2,3%			$4,22 \cdot 10^5$	2,1%
Titik - 5	$8,11 \cdot 10^4$	1,9%	$1,12 \cdot 10^7$	2,4%	$8,69 \cdot 10^3$	1,8%	$1,51 \cdot 10^4$	2,3%	$5,96 \cdot 10^4$	2,1%	$4,22 \cdot 10^5$	2,1%
Titik - 6			$1,12 \cdot 10^7$	2,4%	$1,39 \cdot 10^4$	2,5%	$1,51 \cdot 10^4$	2,3%	$9,63 \cdot 10^3$	2,6%	$4,22 \cdot 10^5$	2,1%
Titik - 7	$1,07 \cdot 10^5$	2,4%	$1,16 \cdot 10^7$	2,6%	$1,26 \cdot 10^4$	2,3%	$1,40 \cdot 10^4$	2,5%	$9,95 \cdot 10^3$	2,3%	$4,91 \cdot 10^5$	1,8%

Lampiran 5

CONTOH PERHITUNGAN KADAR LOGAM BERAT DALAM CUPLIKAN AIR SUNGAI BABON

- Dari data aktivitas logam berat ^{59}Fe pada lokasi A diketahui:

$$A_{\text{uji}} = 2,45 \cdot 10^4 \text{ Bq}$$

$$A_{\text{standar}} = 1,40 \cdot 10^4 \text{ Bq}$$

$$\text{Vol. } ^{59}\text{Fe standar} = 70 \mu\text{L}$$

$$\text{Konsentrasi larutan } ^{59}\text{Fe standar} = 1 \text{ gr/L}$$

$$\text{Massa kerak air yang diiradiasi} = 0,049 \text{ gram}$$

$$\text{Massa kerak air total hasil penguapan air 1 liter} = 0,37462 \text{ gram}$$

- Berat logam ^{59}Fe dalam 0,049 gram cuplikan uji, (persamaan 2-17) :

$$\begin{aligned} W_{\text{Fe}} &= \frac{2,45 \cdot 10^4}{1,40 \cdot 10^4} \times 70 \mu\text{g} \\ &= 122,5 \mu\text{g} \\ &= 0,1225 \text{ mg} \end{aligned}$$

Pada 0,049 mg cuplikan kerak air terdapat 0,1225 mg ^{59}Fe .

- Kadar ^{59}Fe untuk 0,37462 gram kerak air (volume air = 1 liter) :

$$\begin{aligned} \text{Kadar } ^{59}\text{Fe} &= \frac{0,1225 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{0,049 \text{ g} / 0,37462 \text{ g}} \\ &= 0,94 \cdot 10^{-3} \text{ g/L} \\ &= 0,94 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Jadi terdapat 0,93 mg ^{59}Fe di dalam 1 liter air sungai Babon pada lokasi pengamatan A.

Lampiran 6

CONTOH PERHITUNGAN RALAT KADAR LOGAM BERAT

Untuk Fe lokasi pengamatan A (titik 1) :

Diket :

Kadar Fe = 0,94 mg/L

Err. A_c = 3,4 %

Err. A_s = 2,5 %

Vol. Larutan standar yang digunakan = 70 μ L.

Ralat untuk berat Fe dalam cuplikan standar :

$$S_{Ws} = 1/2 \times \text{skala t'kecil pipet}$$

$$= 1/2 \times 1 \mu \text{ L}$$

$$= 0,5 \mu \text{ L}$$

$$\text{Err. } W_s = 0,71 \%$$

Didapat :

$$\text{Err. } W_{Fe} = \sqrt{(\text{Err. } A_c)^2 + (\text{Err. } A_s)^2 + (\text{Err. } W_s)^2}$$

$$= \sqrt{(3,4)^2 + (2,5)^2 + (0,71)^2}$$

$$= 3,88 \%$$

Diperoleh $S_{WFe} = 0,0036 \text{ mg/L}$

Kadar Fe dapat dituliskan : $(0,940 \pm 0,036) \text{ mg/L}$

Lampiran 7

Hasil Analisis Kuantitatif Cuplikan Air Sungai Babon dengan Metoda APN

Lokasi Pengamatan	Kadar Hg (mg/L)	Kadar Fe (mg/L)	Kadar Cr (mg/L)
Titik - 1	(0,00060 ± 0,00002)	(0,940 ± 0,036)	(0,00110 ± 0,00003)
Titik - 2	(0,0030 ± 0,0001)	(1,056 ± 0,032)	(0,00097 ± 0,00003)
Titik - 3	(0,00370 ± 0,00013)	(4,241 ± 0,129)	(0,00300 ± 0,00009)
Titik - 4	(0,0500 ± 0,0002)	(7,380 ± 0,272)	-
Titik - 5	(0,06310 ± 0,00203)	(7,610 ± 0,228)	(0,128 ± 0,004)
Titik - 6	-	(9,910 ± 0,344)	(0,0200 ± 0,0007)
Titik - 7	(0,06230 ± 0,00229)	(8,510 ± 0,295)	(0,01370 ± 0,00042)

Lampiran 8

Hasil Program Pemantauan Kualitas Air Sungai Babon Oleh Bapedalda Kodja Semarang dengan Metoda AAS (Bapedalda, 1997)

No.	Parameter	Satuan	Titik-1	Titik-2	Titik-3	Titik-4	Titik-5	Titik-6	Titik-7
1	Suhu	C	30	28	31	32	32	33	33
2	pH		7	7	7	9	9	9	9
3	DO	mg/L	5,5	6,4	7,5	5,6	7,6	7,4	7,1
4	Arsen	mg/L	0,01	0,01	0,003	0,009	0,006	0,006	0,007
5	Barium	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
6	Besi	mg/L	1,03	1,10	0,37	0,6	0,63	0,51	0,67
7	Kadmium	mg/L	0,018	0,017	0,006	0,012	0,01	0,01	0,011
8	Air Raksa	mg/L	0,009	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002
9	Seng	mg/L	0,5	0,514	0,202	0,601	0,682	0,602	0,671
10	Timbal	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
11	Nikel	mg/L	0,164	0,2	0,15	0,2	0,3	0,35	0,34
12	Aluminium	mg/L	1,04	1,01	0,9	1	0,89	1,2	1,09
13	Perak	mg/L	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
14	Krom Total	mg/L	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06

KEPUTUSAN GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I
JAWA TENGAH

NOMOR : 660.U/26/1990

TENTANG

BAKU MUTU AIR DI PROPINSI DAERAH TINGKAT I JAWA TENGAH

GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I JAWA TENGAH

Menimbang : a. bahwa dalam rangka perlindungan dan pelestarian sumber daya air baik kuantitas maupun kualitasnya maka perlu pencegahan dan pengendalian terhadap limbah cair melalui penempatan baku mutu air ;
b. bahwa untuk maksud tersebut diatas, maka dipandang perlu menetapkan baku mutu air dimaksud dengan Keputusan Gubernur Kepala Daerah.

Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1974 tentang Pokok-pokok Pemerintahan di Daerah ;
2. Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1950 tentang Pembentukan Propinsi Jawa Tengah ;
3. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan ;
4. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup ;
5. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1984 tentang Perindustrian ;
6. Undang-Undang Nomor 9 Tahun 1985 tentang Perikanan ;
7. Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 1986 tentang Analisis mengenai Dampak Lingkungan ;
8. Keputusan Menteri Negara KLH Nomor 02/MENKLH/I/1988 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Ling-



Menetapkan : BAKU MUTU AIR DI PROPINSI DAERAH TINGKAT I
JAWA TENGAH.

BAB I

KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam keputusan ini yang dimaksud dengan :

- a. Gubernur Kepala Daerah adalah Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Tengah ;
- b. Baku mutu Air pada sumber air, disingkat dengan baku mutu air adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar terdapat dalam air, sehingga tidak mengakibatkan dilampauinya baku mutu air ;
- c. Baku mutu limbah cair adalah kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar untuk dibuang dari sumber pencemaran kedalam air pada sumber air, sehingga tidak mengakibatkan dilampauinya baku mutu air ;
- d. Pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, energi dan komponen lain dalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi berkurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya ;
- e. Air adalah semua air yang terdapat didalam dan atau berasal dari sumber air yang terdapat diatas permukaan tanah tidak termasuk air yang terdapat di laut ;
- f. Sumber air adalah tempat dan wadah air yang terdapat diatas permukaan tanah, seperti sungai, danau dan waduk.
- g. Perusahaan Industri adalah badan usaha yang melakukan bidang usaha industri.

BAKU MUTU AIR PADA SUMBER AIR

Pasal 2

- (1). Air pada sumber air menurut kegunaannya digolongkan menjadi :
 - a. Golongan A yaitu air yang dapat digunakan sebagai air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu ;
 - b. Golongan B yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga ;
 - c. Golongan C yaitu air yang dapat dipergunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan ;
 - d. Golongan D yaitu air yang dapat dipergunakan untuk keperluan pertanian dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, listrik tenaga air.
- (2). Baku mutu air tersebut ayat (1) Pasal ini sebagaimana tercantum dalam Lampiran I, II, III dan IV Keputusan ini.

Pasal 3

- (1). Bilamana kondisi air pada sumber air mengalami perubahan, maka baku mutu air sebagaimana dimaksud Pasal 2 ayat (2) Keputusan ini akan disesuaikan.
- (2). Untuk menentukan perubahan kondisi air pada sumber air sebagaimana dimaksud ayat (1) Pasal ini perlu diadakan pemantauan secara berkala setiap 3 (tiga) bulan sekali.

BAB III

LIMBAH CAIR

Pasal 4

Setiap pembuangan limbah cair harus memenuhi ke-
cair sebagaimana tersebut dalam Lampiran V Keputusan.

Pasal 5

Setiap pemberian ijin pendirian industri harus mencantumkan ketentuan tentang kewajiban untuk mengolah limbah cair sesuai dengan ketentuan sebagaimana dimaksud pasal 4 Keputusan ini.

pengujian limbah cairnya pada setiap 3 (tiga) bulan setelah melapor ke hasil Kepala Daerah Cq. Assisten Sekwilda Tingkat I Jawa Tengah Gubernur Kesejahteraan Rakyat (Assisten III).

(2). Pengujian limbah cair dimaksud ayat (1) Pasal ini dilakukan di laboratorium yang diunjuk oleh Gubernur Kepala Daerah.

BAB IV SANKSI

Pasal 7

Pelanggaran terhadap ketentuan Pasal 4 dan Pasal 6 Keputusan ini dikenakan sanksi sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

BAB V KETENTUAN PERALIHAN

Pasal 8

Pembuangan limbah cair oleh Industri yang telah berjalan sebelum berlakunya Keputusan ini dan mempunyai potensi pencemaran lingkungan, maka selambat-lambatnya 6 (enam) bulan sejak berlakunya Keputusan ini harus sudah menyesuaikan dengan ketentuan dalam Keputusan ini.

BAB VI PELAKSANAAN

Pasal 9

- (1). Pelaksanaan keputusan ini diserahkan dan menjadi tanggung jawab Assisten Sekwilda Tingkat I Jawa Tengah Bidang Kesejahteraan Rakyat (Assisten III).
- (2). Guna kelancaran pelaksanaan ketentuan sebagaimana dimaksud (ayat 1) Pasal ini Assisten Sekwilda Tk. I Jawa Tengah Bidang Kesejahteraan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup (Tim TKP2SDALH) Propinsi Jawa Tengah Bidang II.

Pasal 10

Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di : Semarang
Pada tanggal : 1 Juni 1990

GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I
JAWA TENGAH

titid

ISMAIL

SALINAN keputusan ini

dikirimkan Kepada Yth :

1. Para Menteri Kabinet Pembangunan V di Jakarta;
2. Ketua BAPPENAS di Jakarta;
3. Ketua BKPM Pusat di Jakarta;
4. Dirjen Bangda pada Depdag;
5. Assmen I s/d IV Menteri Negara KLH di Jakarta;
6. Ketua DPRD Propinsi Daerah Tk. I Jawa Tengah;
7. Wakil Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Tengah Bidang I dan II;
8. Kapolda Jawa Tengah;
9. Sekretaris Wilayah/Daerah Tingkat I Jawa Tengah;
10. Para Assisten Sekwilda Tingkat I Jawa Tengah;
11. Para Pembantu Gubernur se Jawa Tengah;
12. Para Kepala Instansi Vertikal Propinsi Jawa Tengah;
13. Para Kepala Dinas/Satuan Khusus Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Tengah;

Tanggal : 1 Juni 1990
Nomor : 660.1/26/1990

BAKU MUTU AIR BAKU AIT MINUM (GOL. B) BAGI PROPINSI JAWA TENGAH

No.	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	METODE ANALISIS	PERALATAN
1		3	4	5	6
I	FISIKA			Pemuaian	Thermometer
1.	Suhu	0°C	Temp air normal	Gravimetri	Timbangan analitik dan kertas saring 0,45
2.	Zat terlarut	mg/l	500 - 1500		
II	KIMIA			Potensiometri	PH meter
1.	PH	mg/l	5,5 - 8,5	- Titrimetri	Buret
2.	O ₂ terlarut	mg/l		- Potensiometri	Do meter
3.	BOD	mg/l	- 6	- Titrimetri	Buret
4.	Arsen	mg/l	0,0 - 0,05	- Potensiometri	DO meter
5.	Barium	mg/l	0,0 - 0,05	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
6.	Besi	mg/l	0,0 - 1,0	Gravimetri	Timbangan analitik dengan kertas saring 0,45 Um
7.	Niagan	mg/l	0,0 - 0,5	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
8.	Boron	mg/l	0,0 - 0,1	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
9.	Chrom (+ 6)	mg/l	0,0 - 0,05	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
10.	Chrom (+ 3)	mg/l	0,0 - 0,5	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
11.	Kadmium	mg/l	0,0 - 0,01	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
12.		mg/l			

13.	Nikel	mg/l	-	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
14.	Perak	mg/l	-	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
15.	Air raksa	mg/l	0,0 - 0,001	- Spektrofotometri serapan Atom	AAS
16.	Selenium	mg/l	0,0 - 0,01	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
17.	Zink	mg/l	0,0 - 5,0	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
18.	Tembaga	mg/l	0,0 - 0,05	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
19.	Timbel	mg/l	0,0 - 0,05	- Spektrofotometri serapan Atom	AAS
20.	Amonia	mg/l	0,0 - 0,05	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
21.	Chlorida	mg/l	- 600	- Titrimetri	Spektrofotometer AAS
22.	Fluorida	mg/l	0,0 - 1,5	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
23.	Sulfat	mg/l	200 - 400	- Gravimetri	Spektrofotometer AAS
24.	Sulfida	mg/l	0,0	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer Buret
25.	Uranil	mg/l	0,0 - 5,0	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer AAS
26.	Karbon Khlroform Ekstrak	mg/l	0,0 - 0,05	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer
27.	Minyak lemak	mg/l	0,0	- Spektrofotometri serapan Atom	Timbangan analitik
28.	Phenol	mg/l	0,0 - 0,002	- Spektrofotometri infra merah	Spektrofotometer IR
29.	Pestisida a. Aldrin	mg/l	0,0 - 0,0171	- Spektrofotometri serapan Atom	Spektrofotometer
	b. Chlordane	mg/l	0,0 - 0,003	- Spektrofotometri serapan Atom	Kromatografi Gas (GG), Kromatografi Tipis (TLC)
	c. DDT	mg/l	0,0 - 0,012	- Spektrofotometri serapan Atom	idem

BAKU MUTU KEPERLUAN AIR BIOTA (GOL. C) DAN REKREASI KEKUALI RE-
NANG

BAGI PROPINSI JAWA TENGAH

No.	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	METODE ANALISA	PERALATAN
1	2	3	4	5	6
I	FISIKA				
1.	Suhu	MG/L	Temp air normal $\pm 30^{\circ}\text{C}$	Pemuaian	Thermometer
2.	ZAT terlarut	mg/l	- 2000	Gravimetrik	Timbangan analitik dan kertas
II.	KIMIA				
1.	PH	mg/l	6,5 - 8,5	Potensiometrik	PH meter
2.	O ₂ terlarut	mg/l	3	- Titrimetrik	Buret
3.	BOD	mg/l	-	- Potensiometrik	D.O meter
4.	Arsen	mg/l	0,0 - 0,05	- Titrimetrik	Buret
				- Potensiometrik	DO meter
				- Spektrofotometrik	Spektrofotometer
				- Spektrofotometrik	AAS
5.	Barium	mg/l	0,0 - 1,0	- serapan atom	Timbangan analitik dengan kertas saring 0,45 Um
				Gravimetrik	Spektrofotometer
6.	Besi	mg/l	-	- Spektrofotometrik	AAS
				- Spektrofotometrik	serapan Atom
7.	Mangan	mg/l	-	- Spektrofotometrik	Spektrofotometer
				- Spektrofotometrik	AAS
8.	Boron	mg/l	0,0 - 0,1	- serapan Atom	Spektrofotometer
				- Spektrofotometrik	AAS
9.	Chrom (+6)	mg/l	0,0 - 0,05	- Spektrofotometrik	AAS
				- Spektrofotometrik	serapan Atom
10.	Chrom (+3)	mg/l	-	- Spektrofotometrik	AAS
				- Spektrofotometrik	serapan Atom
11.	Kadmium	mg/l	0,0 - 0,01	- Spektrofotometrik	AAS
				- Spektrofotometrik	serapan Atom

d. Dieldrin	mg/l	0,0 - 0,017	Kromatografi	idem
e. Endrin	mg/l	0,0 - 0,001	Kromatografi	idem
f. Heptachlor Epoxide	mg/l	0,0 - 0,018	Kromatografi	idem
g. Lindane	mg/l	0,0 - 0,056	Kromatografi	idem
h. Meoxy Chlor	mg/l	0,0 - 0,035	Kromatografi	idem
i. Organophosphate & Carbamate	mg/l	0,0 - 0,10	Kromatografi	idem
j. Texaphene	mg/l	0,0 - 0,005	Kromatografi	idem
k. Heptachlor Sianida	mg/l	0,0 - 0,018	Kromatografi	idem
30.	mg/l	0,0 - 0,05	Spektrofotometrik	Spektrofotometer
31.	mg/l	0,0 - 0,5	Spektrofotometrik	Spektrofotometer
32.	mg/l	0 - 10	Spektrofotometrik	Spektrofotometer
33.	mg/l	0 - 0,1	Spektrofotometrik	Spektrofotometer
34.	mg/l	- 12	Titrimetrik	Buret
35.	mg/l	0,0	Kromatografi	Kromatografi Gas
III. RADIOAKTIVITAS			(GG) HPLC	
1. Sinar α	pci/l	0,0 - 100	β Counting	Geiger Muller Counter
2. Sr - 90	pci/l	0,0 - 2	β Counting	Geiger Muller Counter
3. Ra - 226	pci/l	0,0 - 1	α Counting	α Counter
IV. BAKTERIOLOGI				
1. Coliform	MPN/100 ml	- 10.000	MPN atau Filtrasi	Tabel MPN, filler holder dan counter
2. Coliform tinja	MPN/10 ml	- 2000	MPN atau Filtrasi	Tabel MPN, filler holder dan counter

SALINAN sesuai dengan aslinya
An. GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I
JAWA TENGAH

GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I
JAWA TENGAH

Sekretaris Wilayah/Daerah
ttd.

I S M A I L

Ir. SUJAMTO
NIP. 010028643

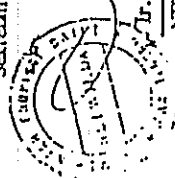
IV. BAKTERIO-LOGI	MPN/100 ml		MPN atau filtrasi	- Tabel MPN, filter holder dan counter - Tabel MPN, filter holder dan counter
1. Coliform	MPN/100 ml		MPN atau filtrasi	
2. Coliform tinja	MPN/100 ml			

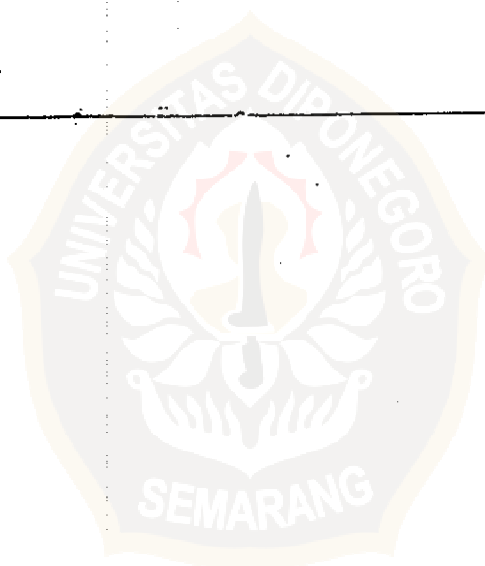
GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I
JAWA TENGAH.

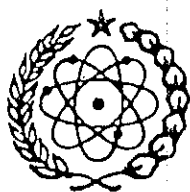
itud

I S M A I L

SALINAN Sesuai dengan aslinya
An. GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I
JAWA TENGAH
Sekretaris Wilayah / Daerah


Jr. SUJAMTO
NIP. 010028643





BADAN TENAGA ATOM NASIONAL
PUSAT REAKTOR SERBA GUNA

KAWASAN PUSPIITEK GEDUNG NO. 31, SERPONG 15310, TANGERANG
TELP. 7560908 FAX. 7560573

SURAT KETERANGAN
NO. 449 /HM. 03/1998

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dr. Hudi Hastowo
NIP : 330001103
Jabatan : Kepala Pusat Reaktor Serba Guna

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Eni Permani
NIM : J 401 92 0813
Mahasiswa : Universitas Diponegoro Semarang
Jurusan : Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Penelitian : Analisis Kandungan Logam Berat Dalam Air Sungai Babon Semarang Menggunakan Metoda Analisis Pengaktifan Neutron
Pembimbing : Drs. Amir Hamzah

Telah selesai melaksanakan Penelitian di PRSG – BATAN selama 6 bulan, terhitung mulai bulan Nopember 1997 sampai dengan Juni 1998.

Demikian SURAT KETERANGAN ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Serpong, 18 Juni 1998

Kepala Pusat Reaktor Serba Guna,



[Signature]
Dr. Hudi Hastowo
NIP. 330001103

